第３章　代謝

第14講　異化：発酵

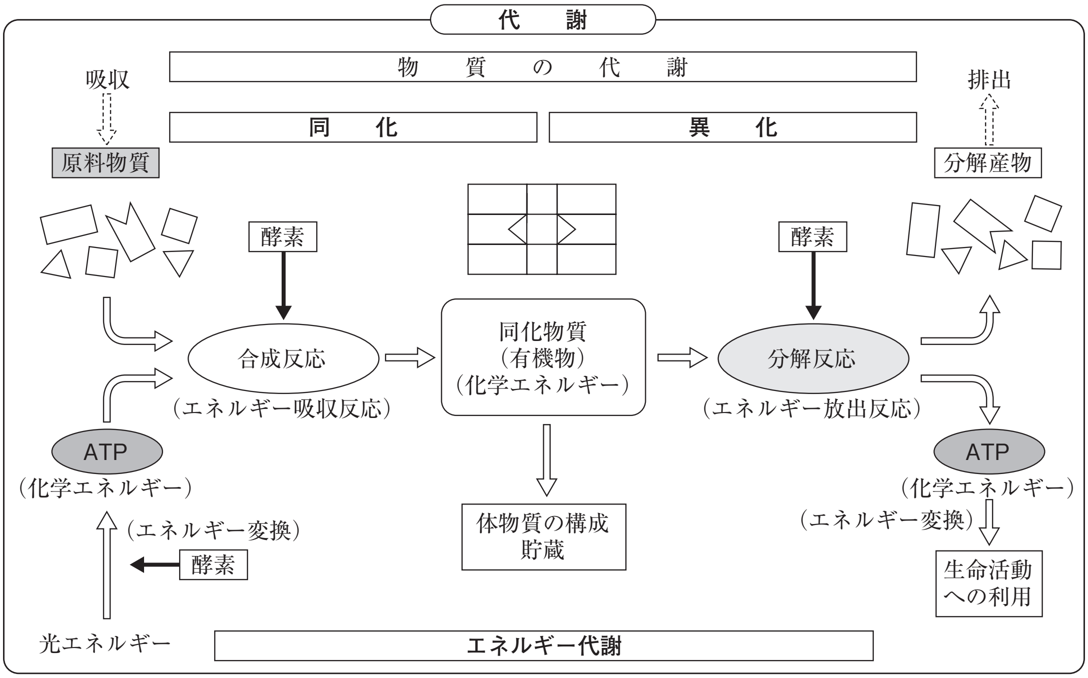
■代謝

◆代謝とエネルギー代謝

代謝　…　生体内における化学反応全般

“エネルギー代謝”
…物質代謝に伴う
エネルギーの流入出

異化 …分解反応　ex　呼吸
同化 …合成反応　ex　光合成



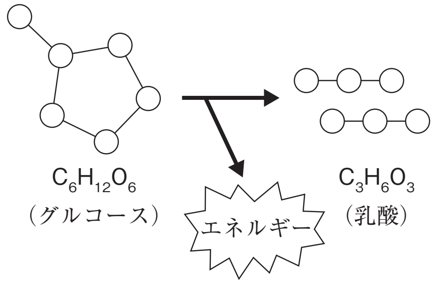
ⒸRECRUIT HOLDINGS

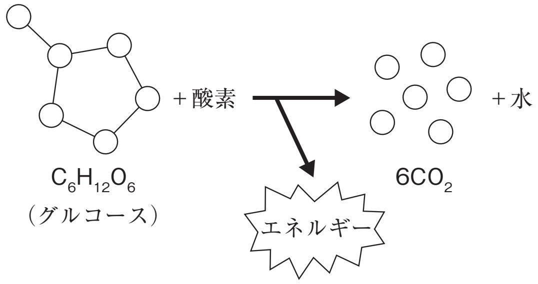
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆異化　…　発酵と呼吸

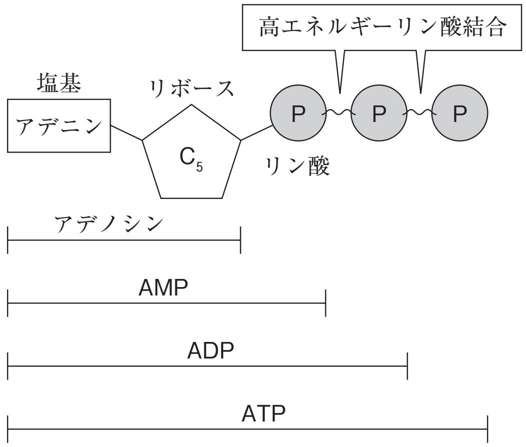
発酵(嫌気呼吸)　…
・酸素を用いない原始的な異化反応
・産物は依然として有機物となる。
ex　乳酸発酵
　アルコール発酵

呼吸(好気呼吸)　…
・酸素を用いた異化反応
・ミトコンドリア内で進行し，効率的にATP合成
・有機物は二酸化炭素と水にまで分解される。
・解糖系，クエン酸回路，電子伝達系の3過程に分かれる。

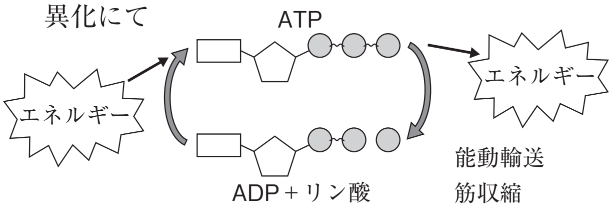




◆ATP



・異化によって生じたエネルギーをリン酸間の化学エネルギーとして保存。
・ATP →ADP＋リン酸 に分解される時に，エネルギーを放出，様々な化学反応に利用される。

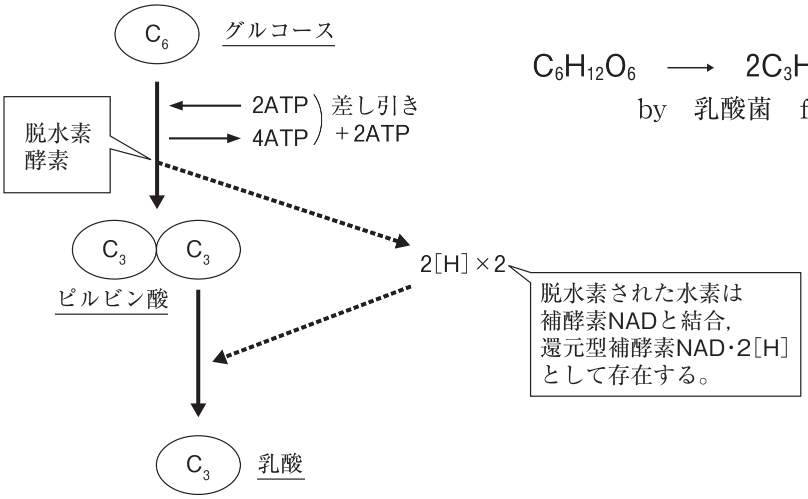


ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■発酵

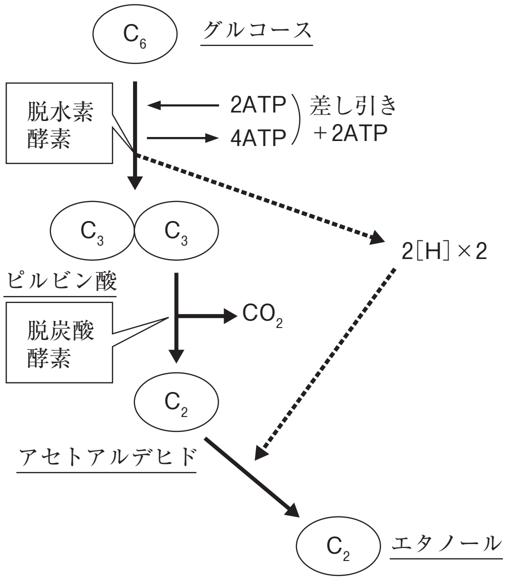
◆乳酸発酵



$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_3H_6O_3 + 2ATP$

by　乳酸菌　for ヨーグルト，漬物

◆アルコール発酵



$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$

by　酵母菌　　for　酒，パン

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　演習問題

細胞呼吸に関する次の文章を読み，問１～６に答えよ。

生物は，体内に取り込んだ有機物（呼吸基質）を分解し，生命活動のためのエネルギーを得ている。この過程を呼吸と言い，呼吸は好気呼吸と嫌気呼吸に分けられる。

好気呼吸では酸素を利用して呼吸基質を無機物にまで分解する。グルコースを呼吸基質とする場合，呼吸の全過程は解糖系，クエン酸回路，それに続く電子伝達系に分けられる。

一方，嫌気呼吸では呼吸基質の分解に酸素を使わないので，基質を完全に無機物にまで分解できず，(a)好気呼吸に比べると生じるエネルギーは，はるかに少ない。図1に示す酵母などの行う(b)アルコール発酵，乳酸菌が行う乳酸発酵などは嫌気呼吸にあたる。動物の筋肉で急激な運動により一時的な酸素不足が生じる場合には嫌気呼吸が起こる。この過程は（　イ　）と呼ばれ，筋肉中の（　ロ　）が基質として利用され，その代謝物として乳酸ができる。

どちらの呼吸においても生命活動のためのエネルギーはATPのかたちで蓄えられる。このATPがADPとリン酸に加水分解されるときに大きなエネルギーが生じ，生命活動に利用される。

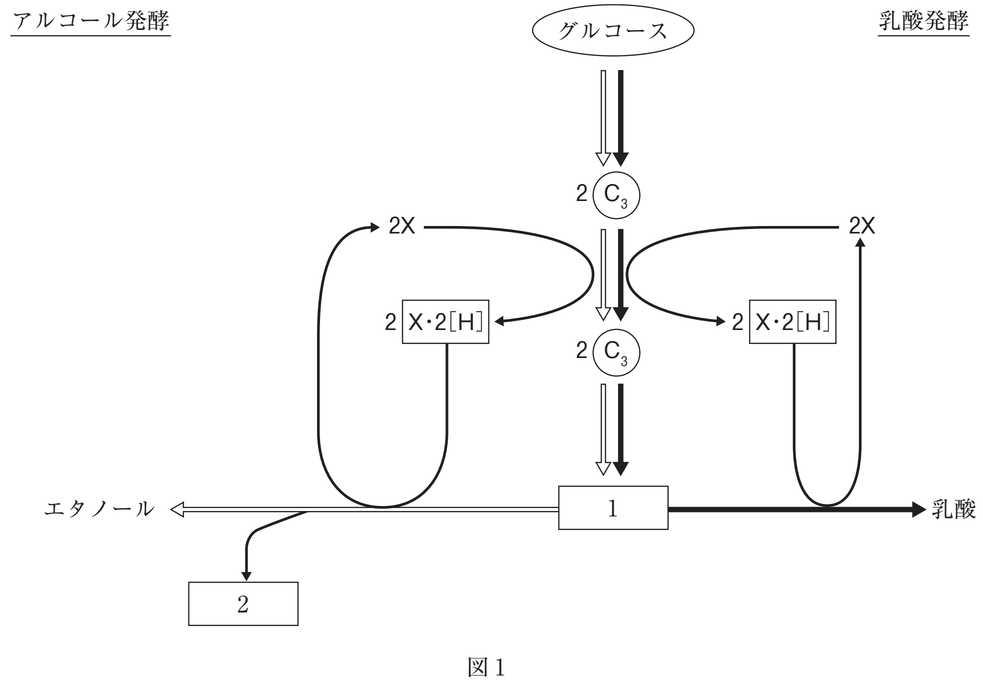


図１

問１　文中の（　イ　）と（　ロ　）に適切な語句を記入せよ。

問２　図1の空欄［ 1 ］と［ 2 ］に当てはまる化合物名を記入せよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　図１の物質Ｘは，酵素の活性部位に結合する酵素活性に必要な低分子の有機物質である。これを一般に何と呼ぶか。

問４　図１のアルコール発酵や乳酸発酵でグルコース１分子からつくり出されるATPの正味の分子の数はいくつか。

問５　下線部(a)に関してグルコースを呼吸基質とした場合，呼吸のATP産生量は発酵のそれの正味何倍になるか。

問６　下線部(b)に関して，充分な量のグルコースを含む培養液に酵母を加え，嫌気的条件下で一定時間培養した。この時，培養液中に生成されたエタノールは138ｇであった。消費されたグルコースは何ｇか計算し，小数点以下は四捨五入して記せ。ただし，グルコースの分子量は180，エタノールの分子量は46として計算せよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　確認テスト

次の条件に従って各問に答えよ。

条件１　360gのグルコースがアルコール発酵によって全部分解された。

条件２　原子量が必要な場合は，次の値を用いなさい。

H＝1.0　　　　　C＝12.0　　　　　O＝16.0

条件３　気体１molの体積は22.4Lとし，ADPからATPをつくるのに必要なエネルギーをATP１mol当たり30kJとする。

条件４　解答は小数第２位を四捨五入して小数第１位まで求めること。

問１　文章中の下線部は図に示す構造をもつ化合物である。次の⑴と⑵の問いに答えよ。

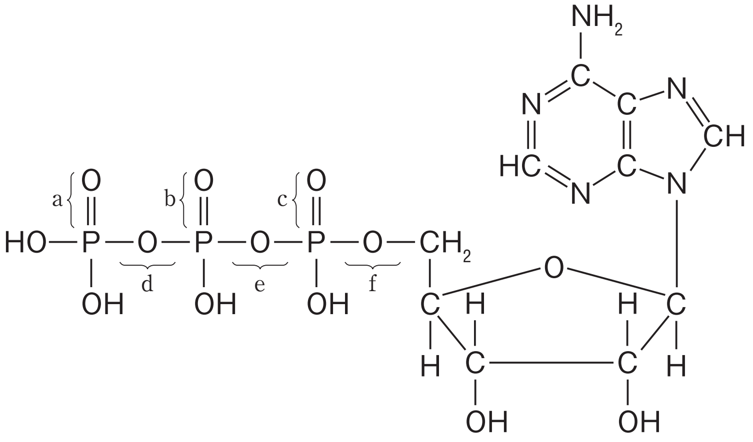


図　ATPの構造

⑴　この化合物の名称として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから１つ選べ。

①　アデノシン二リン酸　　　　②　シチジン二リン酸

③　グアノシン二リン酸　　　　④　アデノシン三リン酸

⑤　シチジン三リン酸　　　　　⑥　グアノシン三リン酸

⑵　文章中の下線部が持つ高エネルギーリン酸結合は，図中のa～fで示される結合のうちどれか。最も適当なものを次の①～⑥のうちから2つ選べ。

①　a　　②　b　　③　c　　④　d

⑤　e　　⑥　f

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　次の発酵の反応式を完成させなさい。ただし，選択肢の語はア･イの順に示してある。

$C_6H_{12}O_6$ ⟶ [ア] ＋ [イ] ＋ 234kJ

① $2C_2H_3OH$・$2CO_2$　　② $2C_2H_3OH$・CO_2
③ $2C_2H_4OH$・CO_2　　④ $2C_2H_4OH$・$2CO_2$
⑤ $2C_2H_5OH$・$2CO_2$　　⑥ $2C_2H_5OH$・CO_2

問３　生成されたアルコールは何ｇか。

① 88　② 90　③ 92　④ 176
⑤ 180　⑥ 184

問４　生成されたATPは何molか。

① 1　② 2　③ 3　④ 4
⑤ 5　⑥ 6

問５　発生した二酸化炭素は何Ｌか。

① 22.4　② 44.8　③ 67.2　④ 89.6
⑤ 112　⑥ 134.4

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　演習問題

問１　(イ)　解糖　　(ロ)　グリコーゲン

問２　１　ピルビン酸　　２　二酸化炭素

問３　補酵素

問４　２分子

問５　19倍

問６　270ｇ

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　確認テスト

問1　(1)　④　　　(2)　④，⑤

問2　⑤　　問3　⑥　　問4　④　　問5　④

【解説】

問1

(1)　生体内で行われるエネルギーのやり取りは，ATPを介して行われる。ATPは，炭素5個からなる5炭糖であるリボースと塩基の一種であるアデニンが結合したアデノシンにリン酸が3個結合しており，アデノシン三リン酸と呼ばれる。ゆえに，正解は④となる。また，塩基であるアデニンには窒素が含まれるため，ATPは窒素化合物である。

(2)　ATPのリン酸間の結合を高エネルギーリン酸結合と呼ぶ。ゆえに正解はｄ，ｅの2個となる。リン酸とリボースの間の結合は，高エネルギーリン酸結合ではないので注意したい。

問2　微生物が行う発酵のなかで最も有名なものが，酵母菌が行うアルコール発酵である。酵母菌は好気呼吸も行うが，嫌気的な環境ではアルコール発酵を行い，グルコースからエタノールと二酸化炭素を生成する。ゆえに解答は⑤となる。

問3　アルコール発酵の化学反応式は，$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$であり，グルコースが1mol消費された場合，ATPが2mol生成する。アルコール発酵によってグルコースが360g消費されたときに生成したエタノール量をxgとすると，グルコースの分子量が180，エタノールの分子量が46であることから，$180 : 2 \times 46 = 360 : x$が成り立つ。ゆえに，$x = 184$gとなり，⑥が正解となる。

問4　アルコール発酵では，グルコース1mol(180g)につき2molのATPが生成される。グルコースが360g消費されていることから，生成されたATPは4molに相当すると考えられる。ゆえに，正解は④となる。

問5　グルコースが2mol消費されたときに生成する二酸化炭素は4molに相当する。気体1molの体積が22.4Lであることから，$22.4 \times 4 = 89.6$Lの④が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。